

閉鎖循環濾過裝置에 의한 감성돔, *Mylio macrocephalus*
養殖에 관한 研究
— 2. 生殖巢의 發達과 構造

李定幸 · 盧 暹 · 趙雲三
海洋科學大學 增殖學科

Studies on the Aquaculture of the Black Porgy, *Mylio macrocephalus*
(Basilewsky) by the Closed Recirculating Filtration System
— 2. Gonadal Development and Structure

Jung Jae LEE · Sum RHO and Un Sam JO

Dept. Aquaculture, Cheju National Univ.

About one thousand Black porgy, *Mylio macrocephalus* produced from artificial seedling in May 1986 have been cultured in the closed recirculating water aquaria in the vinyl house installed in the Marine Resources Research Institute and histological features of gonadal tissue, various quantitative changes including the gonadosomatic index(GSI) and sexual changes have been studied.

The results were as follows :

1. To the naked eye, the gonads from one-year age group to the middle stage of two-years age group showed milk-white colour. The gonads were too small to be observed by the naked eye.
2. When the Black porgy reached to late stage(total length, 21.2~24.6 cm) of two-years age, the testicular zone showed milk-white colour and ovarian zone located in the dorsal part of abdominal cavity appeared transparent and gradually grew differentiating.
3. It was supposed that a part of connective tissue originated from dorsal part of the gonad proliferated inside the gonad, finally formed into a testis and gradually elongated inside and developed into an ovary.
4. Although the hermaphroditism gonads of one-year age group were very small to the naked eye, in the histological study, gonads were protandrous hermaphroditism divided into testicular zone and ovarian zone. Especially, the ovarian zone was occupied with very small amount of oögonia and oöcytes, but testicular zone was composed of numerous testicular lobuli attaching to maturing spermatozoa. Meanwhile, the gonads of early stage of two-years age group(total length, 13.33~15.1 cm) clearly showed hermaphroditism.

* 본 연구는 1987년도 문교부 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

5. Among the gonads of one-year age group, the testicular lobuli developed in the testicular zone. At the early and middle stages of two-years age group appeared testicular tubuli and after that, the testicular lobuli were observed in the testicular zone again.
6. During the progress of oögenesis, oögonia and primay oöcytes were observed in the ovarian zone of one-year age group. But in the ovarian zone of two-years age group from early to middle stages, oögonia, oöcytes with basophilic cytoplasm, peripheral nucleolus stage oöcytes scattering many nucleoli along the nuclear membrane and early growing oöcytes were observed.
7. GSI continued to show low value below 0.3% from May to November 1987. It began to increase in December 1987 from 0.54% and reached maximum value of 2.12% in March 1988.

緒 言

魚類中 雌雄同體現象이 밝혀진 種은 約 130種이며 이는 種에 따라 달라서 雌雄生殖細胞가 동시에 成熟 分化 되는 경우, 雄性生殖細胞가 먼저 發達하는 경우 및 雌性生殖細胞가 우선 發達하는 경우 등 3種型的 雌雄同體現象이 알려져 있다(Atz, 1964; Ghiselin, 1969; Yamamoto, 1969; Chan, 1970; Reinboth, 1970; Yamazaki, 1983).

특히 鯉科 魚類에서는 種에 따라서 雄性 및 雌性先熟 性轉換에 관하여 報告되어 있는데(Kino-shita, 1936; D'A ncona, 1950; 赤崎, 1962; Reinboth, 1970; Sellami 等, 1975; Pollock, 1985; 李等, 1987) 大部分이 雄性先熟 性轉換이 일어난다고 알려져 있다. 그러나 몇 種은 卵精巢(ovotestis)를 갖고 있으나 性轉換은 일어나지 않는다고 한다(Atz, 1964).

감성돔의 性轉換에 관하여 自然産을 對象으로 體長別로 研究된 바는 있으나 人工種苗 生産한 감성돔을 年中 水槽에서 飼育하면서 幼魚의 生殖巢를 發達過程에 따라 組織學的인 變化過程을 研究한 것은 없다.

따라서 本人들은 雄性先熟 性轉換을 하는 감성돔 幼魚의 成長에 따른 年齡, 全長, 體重 및 生殖巢 熟度에 따라 全長이 10 cm 内外의 1年生群과 2年生群 初期(全長 13.33~15.13 cm, 體重 44.13~59.04 gm, 生殖巢重量 0.056~0.091 gm), 中期(全長 17.16~18.67cm, 體重 82.21~121.9 gm, 生殖巢重量 0.161~0.251 gm), 後期(全長 18.84~20.62 cm, 體重 122.97~153.57 gm, 生殖巢重量 0.295~0.934 gm) 및 末期(全長 21.19~24.55

cm, 體重 187.98~267.08 gm, 生殖巢重量 1.6666~4.483 gm) 등으로 區分하여 각 단계별 生殖巢의 組織學的 및 構造的 變化를 調査하여 雌雄同體의 性分化, 生殖巢成熟過程에 따른 生殖細胞形成 및 幼魚의 成長에 수반되는 生殖巢熟度指數等에 관하여 記述하고자 한다.

材料 및 方法

本 研究에 使用한 감성돔(*Mylio macrocephalus*)은 1986年 5월에 人工種苗 生産한 것으로 이 중에 約 1,000尾를 비닐하우스내 순환여과수조에서 飼育하면서 全長 10cm 内外의 1年生 20尾와 1987年 5월부터 1988年 3월까지의 2年生을 月別 10尾씩 임의로 취하여 全長, 體重을 測定한 後 즉시 腹部를 切開하고 生殖巢 切取하여 生殖巢 크기, 全生殖巢 重量을 測定하였고, 組織學的 研究를 위하여 左右 生殖巢를 Bouin 溶液에 固定하고 常法인 Paraffin에 包埋한 後 5~6 μ m의 두께로 切片을 만들었으며, 染色은 Hematoxylin-Eosin으로 二重 染色하였다.

한편, 生殖巢熟度指數는 全生殖巢重量 \times 100/體重의 式으로 算出하였으며, 生殖巢의 卵精巢現象은 精巢, 卵巢, 雌雄同體로 區分하고 雌雄同體는 다시 精巢優勢, 卵巢優勢로 發達程度에 따라 區分하였다.

結 果

生殖巢의 肉眼的 形態 및 크기

生殖巢는 腹腔의 背後部 脊椎骨을 따라 左右双

을 이루어 位置한다. 1年生과 2年生 中期까지의 生殖巢는 乳白色을 띠고 있으나 大部分이 흔적적이거나 작아서 肉眼的인 觀察이 매우 어려웠으며, 生殖巢가 점차 發達하면서 2年生 後期부터는 生殖巢內 精巢部分이 더욱 乳白色으로 뚜렷해지며 卵巢는 腹腔背側 部位의 生殖巢域에 脊椎骨을 따라 길게 透明한 色을 띠면서 成熟發達해가는 過程을 觀察할 수 있었다.

한편 生殖巢의 길이는 幼魚體長이 5~10 cm, 11~15 cm, 16~20 cm, 21~25 cm, 26~30 cm 인 경우 각각 1.0~1.3 cm, 1.2~3.1 cm, 1.5~5.1 cm, 2.3~5.5 cm, 3.5~7.8 cm의 범위로서 體長에 대한 生殖巢의 길이에는 많은 個體差가 있었고 生殖巢의 組織發達과 成熟程度에 따라서도 크게 좌우되었다(Table 1).

Table 1. Monthly changes of Total length, Body weight and Gonad weight in the Black porgy, *Mylio macrocephalus*

			(\bar{X} = mean)		
Group	Stage	Month	Total length(cm) (\bar{X})	Body weight(gm) (\bar{X})	Gonad weight(gm) (\bar{X})
1-year age			10.01		
2-years age	Early	May	13.33	44.13	0.056
		June	14.03	46.52	0.057
		July	15.13	59.02	0.091
	Middle	Aug.	17.16	82.21	0.161
		Sep.	17.71	116.88	0.239
		Oct.	18.67	121.90	0.251
	Late	Nov.	18.84	122.97	0.295
		Dec.	20.62	153.57	0.934
	Last	Jan.	21.19	187.98	1.666
		Feb.	22.07	196.07	2.076
Mar.		24.55	267.08	4.483	

生殖巢의 組織學的 構造

1年生 감성돔의 生殖巢는 雌雄同體現象이 불확실하고 大部分 精巢로 觀察되었으며(PL-Fig. 1), 精巢의 生殖上皮에서 기원하는 精巢小葉(testicular lobuli)들이 精巢의 內腔쪽으로 길게 확장되면서 網狀構造로 分布하였다. 精細胞들은 精巢小葉 內壁의 囊狀構造物內에 密集되어 있었고, 成熟한 精子들은 精巢內腔의 輸精細管(vas deferens)內에 密集하여 分布하고 있었다(PL-Fig. 2).

2年生 初期가 되면서 生殖巢는 雌雄同體現象이 뚜렷하였다(PL-Fig. 3). 精巢는 精巢細管(testicular tubuli)과 精巢小腔(testicular cavity)으로 이루어진 끝이 뾰족한 모양을 하고 있으며, 한편

卵巢는 生殖巢의 背側 二重結締組織에서 기원하는 여러개의 卵巢小囊(ovarian sac)과 腹側に 넓은 卵巢小腔(ovarian cavity)으로 構成된 완두콩 모양을 하고 있었다(PL-Fig. 3). 精巢의 精巢細管 內腔에는 精細胞들이 간혹 밀집하여 있었으며(PL-Fig. 3) 卵巢의 生殖上皮에서 기원하는 卵巢小囊에는 生殖上皮에 가까운 部位에 卵原細胞들이 存在하였고, 卵巢小腔 주변부에는 한개의 뚜렷한 仁과 比較的 細胞質이 충실한 卵母細胞들이 존재하였다(PL-Fig. 4).

2年生 中期의 生殖巢는 2年生 初期의 生殖巢와 거의 유사하여 精巢와 卵巢의 境界部는 二重結締纖維性組織으로 區分되어 雌雄同體現象이 뚜렷하였으나(PL-Fig. 5) 2年生 初期의 生殖巢와는

달리 精巢細管과 卵巢小囊이 층만되어 있어서 精巢小腔과 卵巢小腔은 매우 빈약하였다(PL-Fig. 5, Fig. 7).

또한 卵巢小囊內에는 소수의 卵原細胞들과 細胞質이 好鹽氣性인 卵母細胞 및 이보다 卵徑이 比較的 큰 卵母細胞들이 分布하였다(PL-Fig. 6).

2年生 後期の 生殖巢도 雌雄同體現象이 뚜렷하여 精巢巢腔은 卵巢와 精巢의 境界部 二重結締維性組織에서 精巢의 內側方向으로 分布하였고(PL-Fig. 8, Fig. 9), 精巢小管은 圓形 또는 長橢圓形으로 길게 확장되어 있었다(PL-Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10). 또한 卵巢內에는 소수의 卵原細胞가 核膜 주변을 따라 環狀으로 配列된 여러개의 周邊仁을 함유하는 後期の 卵母細胞들과 排卵의 殘餘物인 卵小腔(ovum lacuna) 등이 多數 存在하였다(PL-Fig. 11).

2年生 末期의 生殖巢는 皮質에서 髓質을 向하여 4層으로 뚜렷하게 區分되는데 最外層은 精細胞들이 층만한 精巢小葉層, 바로 아랫쪽에는 成熟한 精子들이 塊狀으로 층만되어 있는 輪精細管層이, 이 밑쪽은 血管이 分布하는 二重結締維性組織層, 最內層은 卵巢層으로 되어 있었다(PL-Fig. 12).

生殖巢熟度指數

1987年 5月부터 1988年 3月까지 비닐하우스내 순

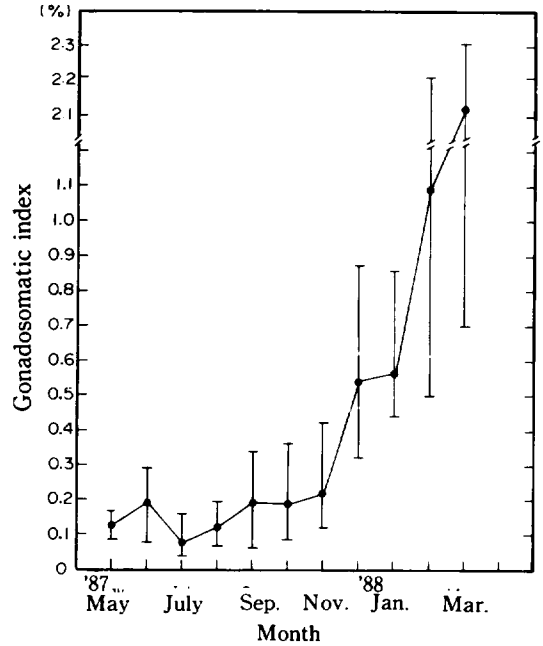


Fig. 1. Monthly changes of gonadosomatic index in the Black porgy, *Mylio macrocephalus*

환여과수조에서 飼育한 2年生 感性동의 成長에 따른 月別 生殖巢熟度指數는 Fig. 1과 같다.

生殖巢熟度指數의 月別 平均値에서 1987年 5月부터 同年 11月까지는 0.3% 以下이나 12月에는 0.54%, 1988年 1月에는 0.563%로 이를 기점으로

Table 2. Sexual changes and hermaphroditism individuals of *Mylio macrocephalus* in a monthly cycle

Group	Stage	Month	No. of Fish examined	No. of Females	No. of Males	No. of Hermaphroditism Testis dominants	No. of Hermaphroditism Ovary dominants
1-year age			10	0	8	2	0
2-years age	Early	May	10	0	7	3	0
		June	10	0	2	3	5
		July	10	0	1	3	6
	Middle	Aug.	10	0	3	2	5
		Sep.	10	0	3	2	5
		Oct.	10	0	1	1	8
	Late	Nov.	10	0	1	3	6
		Dec.	10	0	0	4	6
	Last	Jan.	10	0	1	4	5
Feb.		10	1	0	4	5	

로 급격히 增加하여 1988年 3月에는 月平均値가 2.115%로서 體重量의 增加에 比하여 生殖巢重量의 增加가 월등히 높음을 알 수 있고, 또한 調査期間中 生殖活動이 미약했음을 認定할 수 있다. 이같은 結果는 生殖巢의 組織學的 研究와도 一致되는 것으로 調査材料中 몇몇 個體에서만 未熟卵의 放出과 一部 精子의 放精흔적을 관찰할 수 있었고, 大部分의 個體는 成熟過程에 있었다.

雌雄同體의 性現象

雌雄同體인 1年生 및 2年生의 雌雄優勢現象은 年齡別 또는 個體에 따라 현저한 차이가 있었다 (Table 2).

1年生 10個體中 雄性이 8個體이며, 2個體는 雌雄同體로 精巢가 優勢하였다. 또한 2年生 初期가 되는 1987年 5月에도 유사하였으나 6月부터는 精巢優勢個體는 감소하는 반면에 卵巢優勢 個體가 增加하면서 2年生 中期以後의 個體들은 卵巢優勢現象이 뚜렷하였다. 이같은 雌雄의 性優勢變動은 性分化的 초기단계로 생각된다.

考 察

生殖巢의 肉眼的 形態

生殖巢의 위치는 一般 硬骨魚類와 마찬가지로 腹腔의 背後部 脊椎骨을 따라 좌우쌍을 이루어 위치하였다.

1년생과 2년생 초기 및 2년생 중기까지의 生殖巢는 유백색을 나타내고 있으나 대부분 혼적적이거나 작아서 육안적인 관찰이 매우 어려운 경우도 있었다. 그러나 生殖巢가 점차 발달하면서 2년생 후기 및 2년생 말기에 生殖巢內 精巢部分은 유백색을 띠어서 他魚類와 유사하였으나 卵巢는 精巢의 背側인 脊椎骨에 面한 生殖巢部分에 협소하고 帶狀으로 生殖巢 基部에서 앞쪽으로 길게 차지하고 투명한 색을 띠면서 성숙해 가는 과정을 肉眼的으로 관찰할 수 있는데 이것은 精巢가 成熟하면서 卵巢가 점차 발달해 가는 精巢先熟現象을 잘 나타내고 있었다.

生殖巢의 組織學的 形態

1년생 감성돔의 生殖巢는 대부분 精巢로 관찰

되어 10個體中 雄性이 8個體, 2個體는 雌雄同體이나 雄性優勢였다. 한편, 2년생 초기가 되는 1987年 5月에도 이와 유사하였으나 2년생 중기 이후부터 말기에 해당하는 개체들은 精巢優勢現象이 감소되는 반면에 卵巢優勢 個體가 점차 증가하는 現象을 볼 수 있었다. 또한 1년생 생식소의 雌雄同體現象은 불확실하였으며, 精巢內의 精巢小葉은 길게 확장되어 있거나 혹은 網狀構造를 하고 있었고, 輸精細管內에는 성숙한 精子들이 다수 존재하였다. 그러나 生殖巢의 背後部 內側 中央에 卵原細胞와 소수의 初期卵母細胞 등을 形成하는 卵巢는 굴곡이 심한 한가닥의 모양으로 나타났다.

이와 같은 結果는 Kinoshita(1936)가 *Sparus longispinus*에서, 赤崎(1962)는 동科 魚類에서 體長 10 cm인 魚類의 精子形成過程中 精巢內側 袋中에서 卵細胞를 形成한다는 研究結果와 거의 一致하였으며, Sellami와 Bruslé(1975), 그리고 Mallo-Michel(1977) 등은 同科 魚類에서, 雌雄同體 個體에서 雄性生殖組織이 退化하면서 雌性生殖組織이 發達함으로써 性轉換이 이루어진다는 性轉換에 관하여 報告하였으나, 本 研究結果 雄性生殖巢의 退化現象은 관찰할 수 없었고, 卵巢組織이 發達로 精巢域이 감소되는 現象을 볼 수 있었다.

Pollock(1985)은 同科 魚類에서 年齡이 높아감에 따라 雌性에 대한 雄性的 性比減少는 雄性先熟性轉換(protandrous sex inversion)에 의한 雌性 個體의 增加에 의한 것이라고 하였다.

따라서 1년생 生殖巢의 組織學的 研究結果 雄性先熟 雌雄同體現象(protandrous hermaphroditism)을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

한편, 體長이 13.33~15.13 cm인 2년생 초기부터 비로소 生殖巢는 二重纖維性結締組織으로 精巢域과 卵巢域으로 구분된 雌雄同體現象이 뚜렷하여 體長이 21.19~24.55 cm인 2년생 말기까지 계속되었다.

Sparus longispinus (Kinoshita, 1936)와 同科 魚類(赤崎, 1962)에서 體長이 15~25 cm에서 完全雌雄同體임을 연구하였고, 同科 魚類(D'Ancona, 1950; Reinboth, 1970), 능성어科 및 同科 魚類(Chan, 1970)에서 結締組織에 의하여 腹側에 精巢域과 背側에 卵巢域 등으로 구분된 卵精巢(ovotestis)를 갖는다고 報告하였는데 이는 本 研究結果와 大同小異하여 體長 13.33~24.55 cm에서 完

全雌雄同體現象을 나타내고 있었다.

한편, 精巢와 卵巢의 기원에 관한 研究로서 지금까지 알려진 바는 없으나 本 研究結果 精巢의 背側 生殖上皮에서 기원하는 卵巢小囊들은 生殖巢의 腹側을 向하여 길게 확장되어 있어서 卵巢腔은 주로 腹側에 분포하였다. 따라서 生殖巢의 背後部 結締組織의 일부가 內側으로 확장하여 우선 精巢로 발달한 후 精巢의 背側 生殖上皮에서 卵巢를 形成하는 것으로 생각된다.

精子形成過程

精巢를 이루며 精子形成過程이 일어나는 精巢細管과 精巢小葉 등은 年齡과 時期別로 특이하게 번갈아 나타나서 1년생에서는 精巢小葉들이 나타났다가.

硬骨魚類의 精巢構造에는 精子形成過程의 類型에 따라서 무지개 송사리에서는 tubular型 (Billard, 1969a; Paney, 1969; Hurk, 1973)이, 그 밖의 다른 魚種에서는 흔히 lobular型 (Turner, 1919; Weisel, 1943)이 種間 서로 다른 類型이라고 研究 報告하였다 (Billard 등, 1982). 감성돔 幼魚의 精巢에서는 특이하게 나타나서 많은 연구를 해야 될 과제라 思料된다.

卵子形成過程

1년생의 卵巢는 卵子形成過程이 아주 미약하여 소수의 卵原細胞 및 初期卵母細胞 등이 존재하였다. 그러나 年齡이 높아감에 따라 雌雄同體現象이 뚜렷한 2년생 중기부터 卵原細胞가 初期卵母細胞로 成熟하면서 仁은 單一仁에서 점차 核膜 주변부를 따라 環狀으로 배열된 周邊仁을 갖는데 이는 初期卵母細胞의 成長과 관계되는 RNA 合成과 蓄積으로 관련지어 생각할 수 있으며, 또한 初期卵母細胞의 細胞質이 好鹽氣性에서 成熟함에 따라 好酸性으로 변화되어 가는데 이는 初期卵母細胞質에서 鹽氣性 蛋白質의 蓄積으로 변화하는데 기인된다고 생각된다.

한편, 2년생 후기 卵巢內에는 卵原細胞, 初期卵母細胞 및 後期卵母細胞, 그리고 排卵의 잔여물인 卵小腔(ovum lacuna)이 나타나는데 이는 미성숙한 後期卵母細胞들이 排卵의 殘餘物로 思料된다.

生殖巢 熟度指數

一般的으로 魚類에 있어서 生殖巢熟度は 內的要因과 아울러 外的인 環境要因, 즉 溫度, 光 등이 깊게 관련되어 있음이 一般硬骨魚類에서 알려져 왔다 (Henderson, 1963; Wooton, 1982).

그러나 本 研究는 비닐하우스내 순환여과구조에서 사육하면서 GSI의 변화량을 측정했기 때문에 GSI 값의 변화를 초래하는 水溫上昇과 日長과는 관련지어 생각할 수 없고, 단지 成長에 따른 生殖巢의 熟度を 나타내고 있다고 생각된다.

要 約

1986년 5월에 人工種苗 生産한 감성돔 (*Mylio macrocephalus*) 約 1,000尾를 비닐하우스內 순환여과구조에서 飼育하면서 幼魚의 成長에 따른 肉眼的 및 組織學的인 研究結果는 다음과 같다.

1. 1년생과 2년생 중기까지 생식소는 유백색을 띠고 있으나 매우 작거나 흔적적이어서 육안적인 관찰은 매우 어려웠다.
2. 2년생 후기부터 정소부위는 유백색을 띠고 난소는 腹腔背側에 투명한 색을 띠면서 성숙해 가는 과정을 관찰하였다.
3. 生殖巢의 背後部 結締組織의 일부가 內側으로 확장하여 精巢로 발달하고 더욱 內側으로 확장하여 정소의 背側 生殖上皮에서 卵巢를 形成하는 것으로 생각된다.
4. 1년생 생식소는 雄性先熟 雌雄同體現象을 나타낸다.
5. 體長이 13.33~15.13 cm 인 2년생 초기부터 雌雄同體現象이 뚜렷하였다.
6. 1년생 생식소 卵巢內의 卵子形成過程은 아주 미약하나, 2년생 중기부터 매우 활발하였다.
7. 정소내의 精巢細管과 精巢小葉은 年齡別로 교대로 나타났다.
8. 生殖巢熟度指數는 1987년 5월부터 익년 2월까지는 평균치가 일정하게 상승하였으나 1988년 3월에는 최대치를 나타냈다.

謝 辭

本 研究를 始終 協力해준 本 大學 大學院 水産

生物學科 博士過程 在學生인 김성훈군에게 감사한다.

參 考 文 獻

- 赤崎正人, 1962: 타이型 魚類의 研究—形態, 系統, 分類および生態. 京都大. 農學部 臨海研究所 特別報告, 1: 1~368.
- Atz, J. W., 1964: Intersexuality in fishes. In intersexuality in vertebrates including man. (N. Armstrong and A. J. Marshall, eds.) London: Academic Press, pp. 145~232.
- Billard, R., 1969a: La spermatogenese de *Poecilia reticulata*. I. Estimation du nombre de générations goniales et rendement de la spermatogenèse. Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys. 8: 251~271.
- Billard, B., A. Foster, C. Weil, and B. Breton, 1982: Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 65~79.
- Chan, S. T. H., 1970: Natural sex reversal in vertebrates. Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. B. 259: 59~71.
- D'Ancona, U., 1950: Determination et différenciation du sexe chez les poissons. Archs. Anat. Microsc. Morpho. Exp. 39: 274~294.
- Ghiselin, M. T., 1969: The evolution of hermaphroditism among animals. Q. Rev. Biol., 44: 189~208.
- Henderson, N. E., 1963: Influence of light and temperature on the reproductive cycle of the eastern brook trout, *Savelinus fontinalis* (Mitchill). J. Fish. Res. Bd. Canada. 20(4): 859~897.
- Hurk, R. van den., 1973: The localization of steroidogenesis in the testes of oviparous and viviparous teleosts. Pro. K. Ned. Akad. Wet. (C) 76: 270~279.
- Kinoshita, J., 1936: On the conversion of sex in *Sparus logispinis* (Temminck and Schlegel) (Teleostei). J. Sci. Hiroshima Univ. (B-1), 4: 69~80.
- 李定宰·盧 暹, 1987: 감성돔, *Mylio macrocephalus* (Basilewsky)의 種苗生産에 관한 研究. 濟州大. 海資研報, 11: 1~20.
- Malison, J. A., T. B. Kayes, C. D. Best and C. H. Amundson and B. C. Wentworth, 1986: Sexual differentiation and use of hormones to control sex in yellow perch (*Perca flavescens*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 26~35.
- Malo-Michele, M., 1977: Contribution a l'étude histologique de la gonade, en particulier de l'ovaire, chez la saupe, *Boops salpa* (L.) (Teleosteen, Sparidae). Données nouvelles sur son type d'hermaphroditisme, Investigacion pesq. 41: 165~184.
- Pandey, S., 1969: Effects of hypophysectomy on the testis and secondary sex characters of the adult guppy, *Poecilia reticulata* Peters. Canada J. Zool. 47: 775~781.
- Pollock, B. R., 1985: The reproductive cycle of yellow bream, *Acanthopagrus australis* (Günther). With particular reference to protandrous sex inversion. J. Fish Biol., 26: 301~311.
- Reinboth, R., 1970: Intersexuality in fishes. Memb. Soc. Endocrinol., 18: 515~543.
- Sellami, A. and J. Bruslé, 1975: Contribution a l'étude de la sexualité de la saupe, *Boops salpa* Linnaeus 1785 (Téléostéen Sparidae) des cotes de Tunisie. Vie Millieu, Vol. XXV, fasc. 2, ser. A. pp. 261~275.
- Takahashi, H., 1977: Juvenile hermaphroditism in the zebrafish, *Brachydanio rerio*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 28(2): 57~65.
- Takemura, A., K. Takano, and Takahashi, 1987: Reproductive cycle of viviparous fish, The white-edged rockfish, *Sebastes taczanowskii*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 38(2): 111~125.
- Turner, C. L., 1919: The seasonal cycle in the spermary of the perch. J. Morphol. 32: 681~711.
- Weisel, G. F., 1943: A histological study of the testis of the sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. J. Morphol. 73: 207~229.

- Woonton, R. J., 1982: Environmental factors in fish reproduction. Proceedings of the International Symposium on Reproductive Physiology of fish wagningen, the Netherlands. 210~219.
- Yamamoto, T., 1969: Sex differentiation, pp. 47~175. In Hoar and Randall. Fish Phisyology

- III. Academic Press, N. Y., London.
- Yamazaki, F., 1983: Sex control and manipulation in fish. Aquaculture, 33: 329~354.
- Young, P. C., and R. B. Martin, 1985: Sex ratios and hermaphroditism in nemipterid fish from northern Australia. J. Fish Biol. 26: 273~287.

EXPLANATION OF PLATE

Fig. 1. A part of testicular zone in *Mylio macrocephalus*(one-year age group). X50. Numerous testicular lobuli(arrows) are originated from germinal epithelium-(arrowheads). The lumens of testicular lobuli are filled with spermatozoa and a number of clustered spermatids(SD) attach to testicular lobuli. The center of testicular zone is filled with spermatozoa(SZ).

Fig. 2. A part of vas deferens(VD) containing maturing spermatozoa(May). X100.

Fig. 3. Cross section of a gonad in *Mylio macrocephalus*(July). X50. A gonad is divided into two parts. One is the testicular zone-(TZ) composed of testicular tubuli and testicular cavities(small arrow), the other is the ovarian zone(OZ) composed of ovarian sacs(arrowheads) and ovarian cavities(arrowhead). D: dorsal part, V: ventral part.

Fig. 4. A part of the ovarian zone(July). X100. Oögonia(arrows) and oöcytes(arrowheads) develop in the ovarian sacs.

Fig. 5. Longitudinal section of a gonad-(September). X50. The testicular zone is composed of numerous testicular tubuli-(arrowheads), the lumens of testicular tubuli are filled with spermatids(arrows). Ovarian zone(OZ) is consisted of a great number of ovarian sacs and ovarian cavities.

Fig. 6. A part of the ovarian zone(September). X100. Oöcytes(arrowheads) with basophilic cytoplasm and early growing oöcytes-(arrowheads) appear in the ovarian sacs.

Fig. 7. A part of the testicular zone and the

ovarian zone(September). X100. The testicular zone is composed of a great number of testicular tubuli with spermatids(SD). The ovarian zone is composed of ovarian sacs, ovarian cavities, oögonia and oöcytes with basophilic cytoplasm.

Fig. 8. Cross section of a gonad(December). X50. Clustered spermatids(SD) appear in the lumen of testicular lobuli in the testicular zone(TZ).

Fig. 9. Cross section of a gonad(December). X50. A part of the ovarian zone(OZ). The ovary is composed of numerous ovarian sacs originated from the germinal epithelium.

Fig. 10. A part of the testicular zone(December). X100. Testicular lobuli(arrows) are originated from the germinal epithelium (arrowheads). A great number of clustered spermatids attach themselves to the testicular lobuli.

Fig. 11. A part between the testicular zone and the ovarian zone(December). X100. Oögonia(large arrowhead), peripheral nucleolus stage oöcytes(small arrowheads) and ovum lacuna(arrows) appear in the ovarian sacs. Clustered spermatids and a blood vessel(BV) appear in the distal portion of the ovary.

Fig. 12. Longitudinal section of a gonad(December). X50. Testicular zone is divided into two parts. One is composed of testicular lobuli(arrowheads) containing spermatids(SD), the other is composed of vas deferens containing clustered spermatozoa(SZ) and a blood vessel(arrow).

PLATE

